

LAPORAN HASIL PENELITIAN
PENGGUNAAN AMPAS KOPI SEBAGAI BAHAN PENYERAP LOGAM
NIKEL (Ni) DAN TEMBAGA (Cu) DARI AIR LIMBAH PELAPISAN
LOGAM



Dibuat Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Mengikuti
Ujian Sarjana Pada Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Palembang

OLEH :

ADIP BRILYAN PRATAMA
122013.075.P

PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PALEMBANG
2017

LEMBAR PERSETUJUAN

**PENGUNAAN AMPAS KOPI SEBAGAI BAHAN PENYERAP LOGAM
NIKEL (NI) DAN TEMBAGA (CU) DARI AIR LIMBAH PELAPISAN
LOGAM**

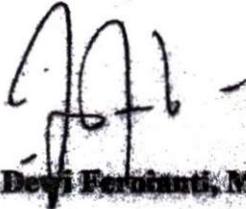
OLEH :

ABRI BRILYAN PRATAMA 122013.075.P

Palembang, Desember 2016

Menyetujui,

Pembimbing I,



Ir. Dewi Permatanti, M.T

Pembimbing II,



Heni junior, ST., MT

Mengetahui

Ketua Program Studi Teknik Kimia



LEMBAR PENGESAHAN

**PENGUNAAN AMPAS KOPI SEBAGAI BAHAN PENYERAP LOGAM
NIKEL (Ni) DAN TEMBAGA (CU) DARI AIR LIMBAH PELAPISAN
LOGAM**

OLEH :

Adip Brilyan Pratama 1220130.075.P

**Telah diuji dihadapan Tim Penguji tanggal 10 february 2017
Di Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Palembang**

Tim Penguji :

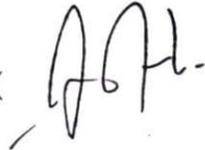
1. Ir. Dewi Fernianti, M.T

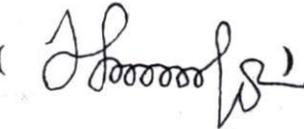
2. Heni juniar,ST.,MT

3. Ir. Rifdah, MT

4. Ir. Hj. Ani Melani, MT

Tanda Tangan

()

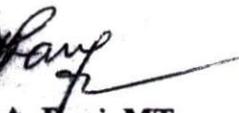
()

()

()

Menyetujui,

Dekan Fakultas Teknik UMP



Drs. A. Koni, MT

Megetahui,

Ketua Program Studi Teknik Kimia



Ir. E. Egi, ST.MSI

MOTTO :

“ Jangan takut untuk bermimpi karena dengan mimpi kita dapat melakukan hal yang terbaik di masa depan ”

” Ada kalanya suatu reaksi membuat segalanya menjadi lebih berarti”

” Jangan pernah mengeluh atau berputus asa pada saat mendapat masalah. Karena kita pasti bisa menghadapinya dengan sabar dan yakinlah kita mampu untuk melaluinya ”

Ku persembahkan Kepada :

- Allah SWT dan Rasul-Nya
- Kedua Orang tuaku Tercinta
- Kakak – kakakku tersayang
- Keluarga Besarku
- Dosen-dosenku
- Sahabat-sahabatku
- Teman Seperjuanganku
- Almamaterku

ABSTRAK

PENGUNAAN AMPAS KOPI SEBAGAI BAHAN PENYERAP LOGAM NIKEL DAN TEMBAGA DARI AIR LIMBAH PELAPISAN LOGAM

(Adip Brilyan Pratama, 2016, 45 Halaman, 8 Tabel, 8 Gambar, 3 Lampiran)

Ampas kopi merupakan karbon aktif suatu padatan berpori yang mengandung karbon 47,8 – 58,9 %, total nitrogen sebesar 1,9 – 2,3%, abu sebesar 0,43-1,6%, dan selulosa 8,6%, dihasilkan dari bahan yang mengandung karbon yang dikarbonasi dan diaktivasi secara aktivasi fisik untuk mendapatkan permukaan yang lebih luas. Luas permukaan karbon aktif ini berhubungan dengan struktur pori yang menyebabkan karbon aktif mempunyai sifat sebagai adsorben. Dari sifat ampas kopi tersebut, menunjukkan bahwa ampas mempunyai kemampuan menyerap ion-ion logam berat. Dengan kemampuannya sebagai bahan penyerap menjadi motivasi untuk menggunakan ampas kopi sebagai adsorben dalam penyerapan logam Nikel (Ni) dan Tembaga (Cu) dari air limbah pelapisan logam dan diharapkan dapat mengurangi pencemaran lingkungan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efisiensi penyerapan dengan variasi waktu kontak dan banyaknya adsorben yang digunakan sehingga air limbah pelapisan logam aman dibuang ke lingkungan. Proses penyerapan ini dilakukan dengan mengeringkan ampas kopi dibawah sinar matahari, kemudian ampas kopi yang telah diukur dengan sieve shaker dengan ukuran konstan 170 mesh dikarbonisasi secara termal pada suhu 450 °C selama 45 menit. Selanjutnya dilakukan penyerapan dengan variasi berat dan waktu kontak antara air limbah pelapisan logam dengan karbon aktif dengan variasi berat adsorben 3, 5, 7, 9 dan 11 gr selama 20, 40, 60, 80 dan 100 menit dengan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penyerapan optimal logam nikel dan tembaga dari air limbah pelapisan logam terjadi pada waktu kontak 100 menit dengan berat adsorben 11 gr. Dari hasil penelitian ini didapat bahwa ampas kopi dapat digunakan untuk menyerap logam nikel dan tembaga dari air limbah pelapisan logam.

Kata Kunci : Ampas Kopi, logam Nikel, logam Tembaga, air limbah pelapisan Logam.

ABSTRACT

AMPAS COFFEE USE AS ABSORBENT MATERIALS METAL NICKEL AND COPPER FROM WASTEWATER CHROME PLATING

(Adip brilyan Pratama, 2016, 45 pages, 8 tables, 8 pictures, 3 Appendix)

Coffee grounds are a solid porous activated carbon-containing carbon from 47.8 to 58.9%, total nitrogen of 1.9 to 2.3%, ash of 0.43 to 1.6%, and 8.6% cellulose, produced from materials containing carbon carbonated and activated by physical activation to gain more surface area. The surface area of activated carbon is related to pore structure causes the activated carbon has the properties as properties adsorbent of coffee grounds, shows that the pulp has the ability to absorb heavy metal ions. With his ability as an absorbent material into the motivation for using coffee grounds as adsorbent in the absorption of metal Nickel (Ni) and copper (Cu) from waste water metallic coating and is expected to reduce environmental pollution. This study aims to determine absorption efficiency with a variation of contact time and the amount of adsorbent used so that the waste water metal plating safely discharged into the environment absorption process is conducted by draining the coffee grounds under the sun, then the coffee grounds that have been measured premises sieve shaker with constant size 170 mesh thermally carbonized at a temperature of 450 C for 45 minutes. Furthermore, the absorption of weight variation and time of contact between the metal plating wastewater with active carbon adsorbent with a weight variation 3, 5, 7, 9 and 11 g for 20, 40, 60, 80 and 100 minutes with result research shows that optimal absorption nickel and copper metal from the metal plating waste water occurs at the contact time of 100 minutes with a weight of 11 grams adsorbent. From the results of this study found that coffee grounds can be used to absorb the metals nickel and copper from waste water metal plating.

Keywords: Coffee Dregs, metal Nickel, Copper metal, metal plating wastewater.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penyusun ucapkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, atas berkat, rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas Laporan Penelitian yang berjudul “Penggunaan Ampas Kopi Sebagai Bahan Penyerap Logam Nikel (Ni) dan Tembaga (Cu) dari Limbah Pelapisan Logam”.

Penulisan tugas Laporan Penelitian ini merupakan salah satu syarat yang harus dipenuhi dalam kurikulum di Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang.

Pada kesempatan ini, penulis ingin mengucapkan banyak terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. Ir. Kgs. A. Roni, MT., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang.
2. Bapak Ir. Legiso, ST.MSI., selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah.
3. Ibu Netty Herawati, ST. MT., selaku Sekretaris Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Muhammadiyah.
4. Ibu Ir. Dewi Fernianti, MT., selaku Pembimbing I
5. Ibu Heni Juniar, ST. MT., selaku Pembimbing II
6. Bapak Ir. Legiso, ST.MSI., selaku Dosen Pembimbing Akademik
7. Para Dosen dan seluruh staf pengajar Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah.
8. Orang tua dan keluarga atas segala doa dan dukungannya.
9. Serta teman-teman se-almamater khususnya Teknik Kimia UMP, terima kasih atas doanya.

Akhirnya penulis berharap semoga Tugas Laporan Penelitian ini akan dapat bermanfaat bagi kita semua.

Palembang, Januari 2017

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN PENGESAHAN	ii
MOTTO	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan	4
1.3 Manfaat	4
1.4 Permasalahan	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Logam Nikel (Ni)	5
2.1.1 Logam Nikel (Ni).....	5
2.1.2 Efek Toksik.....	6
2.1.3 Penggunaan dalam Industri.....	8
2.2 Logam Tembaga (Cu).....	9
2.2.1 Sifat Fisik dan Kimia Tembaga	9
2.2.2 Efek Toksik.....	10
2.2.3 Penggunaan dalam Industri.....	10
2.3 Ampas kopi	12
2.4 Adsorpsi	13
2.4.1. Proses adsorpsi.....	13
2.4.2 Sifat Adsorpsi	13
2.5 Macam – macam adsorpsi	13
2.5.1. Mekanisme adsorpsi	14
2.4.2 Faktor – faktor mempengaruhi Adsorpsi.....	15
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	
3.1 Tempat Penelitian	17
3.2 Alat Dan Bahan Yang Digunakan	23
3.2.1 Bahan yang Digunakan	18
3.3 Prosedur Percobaan	18
3.3.1 Persiapan Bahan Penyerap.....	18
3.3.2 Persiapan Sampel yang akan dianalisa	18
3.3.3 Analisa Pengaruh Waktu Optimum Berat Adsorben	19

3.4	Prosedur Analisis	19
3.4.1	Analisis Kadar Nikel (Ni)	19
3.5.2	Analisis tembaga (Cu).....	21
 BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		
4.1	Hasil.....	27
4.1.1	Penyisihan Polutan Ni dan Cu.....	27
4.2	Pembahasan.....	29
4.2.1	Analisa Kadar Ni dan Cu	29
4.2.1.1	Analisa Pengaruh Waktu Kontak terhadap Adsorpsi Logam Ni dan Cu dg Berat Adsorben 3 gr	29
4.2.1.2	Analisa Pengaruh Waktu Kontak terhadap Adsorpsi Logam Ni dan Cu dg Berat Adsorben 5 gr	30
4.2.1.3	Analisa Pengaruh Waktu Kontak terhadap Adsorpsi Logam Ni dan Cu dg Berat Adsorben 7 gr	31
4.2.1.4	Analisa Pengaruh Waktu Kontak terhadap Adsorpsi Logam Ni dan Cu dg Berat Adsorben 9 gr	32
4.2.1.5	Analisa Pengaruh Waktu Kontak terhadap Adsorpsi Logam Ni dan Cu dg Berat Adsorben 11 gr	33
 BAB V PENUTUP		
5.1	Kesimpulan.....	35
5.2	Saran.....	35
 DAFTAR PUSTAKA.....		
		36
LAMPIRAN		
		38

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Baku mutu Limbah Cair domestik	11
2. Kualitas Arang Aktif Ampas Kopi	26
3. Data konsentrasi Ni dan Cu Awal.....	26
4. Pengaruh Waktu Kontak terhadap Adsorpsi Logam Ni dan Cu dengan berat adsorben 3 gr (volume limbah 50 ml)	27
5. Pengaruh Waktu Kontak terhadap Adsorpsi Logam Ni dan Cu dengan berat adsorben 5 gr (volume limbah 50 ml)	27
6. Pengaruh Waktu Kontak terhadap Adsorpsi Logam Ni dan Cu dengan berat adsorben 7 gr (volume limbah 50 ml)	28
7. Pengaruh Waktu Kontak terhadap Adsorpsi Logam Ni dan Cu dengan berat adsorben 9 gr (volume limbah 50 ml)	28
8. Pengaruh Waktu Kontak terhadap Adsorpsi Logam Ni dan Cu dengan berat adsorben 11 gr (volume limbah 50 ml)	28
Tabel L.I Tabel – tabel.....	39

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Proses Ampas Kopi.....	12
2. Diagram Metode Preparasi Adsorben dari Ampas Kopi	24
3. Diagram Blok Pengolahan Air Limbah Pelapisan Logam.....	25
4. Grafik Pengaruh variasi waktu kontak dan berat adsorben 3 gr terhadap Konsentrasi Akhir Logam Ni dan Cu).....	29
5. Grafik Pengaruh variasi waktu kontak dan berat adsorben 5 gr terhadap Konsentrasi Akhir Logam Ni dan Cu).....	30
6. Grafik Pengaruh variasi waktu kontak dan berat adsorben 7 gr terhadap Konsentrasi Akhir Logam Ni dan Cu).....	31
7. Grafik Pengaruh variasi waktu kontak dan berat adsorben 9 gr terhadap Konsentrasi Akhir Logam Ni dan Cu).....	32
8. Grafik Pengaruh variasi waktu kontak dan berat adsorben 11 gr terhadap Konsentrasi Akhir Logam Ni dan Cu).....	34
Gambar L.II Gambar – gambar.....	41

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Perhitungan dan Data pengamatan	38
Lampiran 2. Gambar – gambar.....	41
Lampiran 3. Surat – surat.....	45

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan sebuah negara yang kaya dengan potensi alamnya. Selain itu Indonesia juga sedang melakukan pembangunan negeri. Dalam pembangunan ini, maka banyak muncul industri sebagai penguat ekonomi. Salah satunya adalah industri pelapisan logam. Industri ini banyak memberikan manfaat, tetapi juga meninggalkan banyak pencemaran lingkungan dan penyakit yang menghinggapi para pekerjanya.

Limbah merupakan suatu hasil samping dari proses yang dianggap tidak dapat digunakan lagi. Dalam dunia industri pada khususnya, limbah merupakan suatu hal yang tidak dapat dikesampingkan keberadaannya. Limbah yang dihasilkan pada sebuah industri berpotensi besar memiliki sifat beracun misalnya ion nikel dan tembaga. Logam-logam ini, bila tidak diolah terlebih dahulu tentunya akan mencemari lingkungan. Logam nikel adalah logam transisi, memiliki berbagai warna yang menarik, warnanya berkilau, memiliki titik lebur tinggi serta tahan terhadap cuaca (*James, S.Red, 2008*). Logam tembaga merupakan bilangan oksidasi Bentuk heksavalen mendapatkan perhatian yang lebih dikarenakan sifatnya yang lebih beracun. Pesatnya kemajuan industri telah memacu tumbuhnya sektok industri pelapisan logam baik pelapisan logam panas maupun pelapisan logam secara listrik (elektroplating). Namun dampak yang terjadi selain positif juga timbul dampak negatif yang mengikutinya. Dampak negatif yang dihasilkan yaitu air limbah yang mengandung bahan-bahan kimia terutama logam-logam berat yang sangat berbahaya dan beracun karena mudah terbakar, mudah meledak dan bersifat karsinogenik (penyebab kanker). Logam berat yang ditemukan terkandung dalam industri pelapisan logam diantaranya seng (Zn^{2+}), nikel (Ni^{2+}), tembaga (Cu^{2+}), timbal (Pb^{2+}), perak (Ag^{2+}), Cadmium (Cd^{2+}) dan Krom (Cr^{6+}) (Kumar, 2008).

Bila bahan-bahan berbahaya tersebut dibuang langsung ke lingkungan sebagai bahan buangan maka akan mencemari lingkungan di sekelilingnya. Walaupun jumlah bahan buangan dari industri pelapisan logam tidak terlalu banyak, namun karena sifatnya yang sangat beracun maka bahan buangan ini sangat berbahaya bagi manusia serta dapat mengancam kelestarian kehidupan alam di sekelilingnya.

Adanya logam – logam berat seperti logam Ni dan Cu dalam limbah pelapisan logam yang melebihi ambang batas diperbolehkan apabila dibuang langsung ke perairan akan membahayakan kesehatan manusia dan menyebabkan kerusakan lingkungan.

Tingginya kadar nikel dalam jaringan tubuh manusia bisa mengakibatkan munculnya berbagai efek samping yaitu akumulasi Ni pada kelenjar pituitari yang bisa mengakibatkan depresi sehingga mengurangi sekresi hormon prolaktin dibawah normal. Akumulasi Ni pada pankreas bisa menghambat sekresi hormon insulin (Widowati, 2008).

Sedangkan adanya logam Cu dalam air limbah pelapisan logam yang melebihi batas yang diperbolehkan apabila dibuang langsung ke perairan akan membahayakan lingkungan karena dapat menyebabkan kerusakan ekosistem. Konsentrasi Cu yang berada dalam kisaran 2,5 - 3,0 ppm dalam badan perairan dapat membunuh ikan-ikan (Heryando; Palar, dalam Syahputra, 2012). Cu merupakan salah satu logam esensial yang dibutuhkan oleh manusia untuk metabolisme besi dalam hemoglobin, akan tetapi karena logam Cu dapat terakumulasi di dalam jaringan tubuh maka apabila konsentrasi logam ini sangat besar akan meracuni manusia. Pengaruh racun yang ditimbulkan yaitu muntah-muntah, rasa panas di daerah lambung, kemudian disusul dengan nekrosis hati dan koma.

Selama ini berbagai penelitian telah banyak dilakukan guna mengurangi atau bahkan menghilangkan logam berat berbahaya dari limbah pelapisan logam sebelum dibuang ke perairan. Salah satu proses pengurangan atau penghilangan logam berat dari limbah cair yaitu proses adsorpsi.

Proses adsorpsi dengan pilihan jenis adsorben yang tepat jika dibandingkan dengan proses lainnya merupakan proses yang sederhana tapi cukup efektif dalam penghilangan logam berat dari limbah cair (Gupta dkk., 2006).

Salah satu alternatif yang dapat digunakan dalam pengolahan limbah cair yaitu menggunakan ampas kopi pemanfaatan ampas kopi menjadi karbon aktif. Selain medianya mudah didapat, teknik penerapannya pun sederhana dan bernilai ekonomis. Pemanfaatan ampas kopi sebagai media adsorpsi limbah cair merupakan salah satu langkah alternatif untuk menanggulangi pencemaran limbah cair yang dihasilkan dari limbah domestik dan non domestik sehingga tingkat toksisitas logam pada lingkungan air dapat dikurangi. Tahapan untuk menghasilkan produk sebagai media adsorpsi dari ampas kopi adalah penyediaan bahan, perubahan ukuran bahan, penjemuran proses aktivasi. Media adsorpsi dari ampas kopi ini mempunyai kemampuan menyerap ion-ion logam sebesar 66-99,5% yang sudah diaktifasi, sedangkan yang tidak diaktifasi sebesar 55-89%. Pemanfaatan ampas kopi ini digunakan sebagai media adsorpsi yang mempunyai beberapa keunggulan yaitu, ramah lingkungan, ekonomis dan aplikasi dilapangan yang mudah serta sederhana. Ampas kopi mengandung karbon 47,8 – 58,9 %, total nitrogen sebesar 1,9 – 2,3%, abu sebesar 0,43-1,6%, dan selulosa 8,6% , penelitian terdahulu menyebutkan bahwa karbon dari ampas kopi yang sudah diaktifasi mampu menyerap ion nikel sampai 98,43% dan mampu menyerap ion tembaga sampai dengan 98,01%, (Lubis dan Nasution 2002). Oleh karena itu pada penelitian ini, penulis ingin mempelajari kemampuan adsorpsi ampas kopi sebagai adsorben dalam penyerapan limbah Ni dan Cu dari air limbah pelapisan logam.

1.2 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Menghitung kadar logam Ni dan Cu menggunakan ampas kopi pada berbagai waktu.
2. Menghitung pada berbagai berat adsorben ampas kopi yang digunakan terhadap penurunan logam Ni dan Cu.

1.3 Manfaat

Manfaat yang didapat dari penelitian ini adalah :

1. Metode adsorpsi dengan adsorben ampas kopi sebagai penyerap kandungan logam Ni dan Cu dari limbah pelapisan logam.
2. Metode yang digunakan dapat menjadi salah satu alternatif dalam penyerapan logam yang lebih baik dan lebih bernilai ekonomis.
3. Media lingkungan tidak menjadi semakin buruk dan ekosistem dapat terjaga dengan berhentinya pencemaran.

1.4 Permasalahan

Pada penggunaan ampas kopi sebagai penyerap logam Ni dan Cu ini dilakukan sebagai salah satu langkah untuk mengurangi dampak lingkungan yang bisa diakibatkan oleh logam-logam tersebut. Terutama dampak bagi kesehatan manusia yaitu misalnya dapat mengubah bahan genetik dan menyebabkan kanker.

Beberapa hal yang menjadi permasalahan pada penelitian ini yaitu Pada penggunaan ampas kopi sebagai bahan penyerap untuk mengadsorpsi limbah Nikel dan tembaga dengan variasi berat dan waktu pengontakkan tertentu. Oleh karena itu permasalahan yang dihadapi dalam penelitian ini adalah bagaimana pengaruh berat dan waktu pengontakkan optimal pada proses adsorpsi limbah nikel dan tembaga dengan ampas kopi, sehingga diharapkan kandungan logam nikel dan tembaga yang terkandung dalam limbah pelapisan dapat berkurang bahkan hilang.

DAFTAR PUSTAKA

- Adip Brilyan Pratam. 2013. *PENGGUNAAN BATU APUNG SEBAGAI BAHAN PENYERAP LOGAM (Ni) DAN (Cr) DARI AIR LIMBAH PELAPISAN LOGAM*. Palembang: POLSRI
- Gupta dkk., 2006. *Pemanfaatan Ampas Kopi Sebagai Media Adsorpsi Limbah Cair*, (online), (<http://forsima2012.blogspot.com/2012/04/makalah-pemanfaatan-ampas-kopi-.html>, diakses 13 agustus 2013)
- Heryando; Palar, dalam Syahputra, 2012. *Efek Kadar Tembaga*, (online), (<http://www.scribd.com/doc//Cu-toksik> , diakses 13 agustus
- James, S. Red, 2008. *Fenomena Adsorpsi*, (online), (<http://www.scribd.com/doc/42622049/Fenomena-Adsorpsi> , diakses 13 agustus 2016)
- Kumar 2008. *Pemanfaatan Limbah Sebagai Bahan Penyerap Logam Krom dan Besi dari Limbah Pelapisan krom*. (<http://pustaka2.ristek.go.id/katalog/.../4068.pdf> diakses 13 agustus 2016
- Kipling, 1965. *Perbedaan antara adsorpsi fisik dan adsorbs kimia Kimia-Fisika*. Bandung: LIPI
- Lubis dan Nasution 2002. *Parameter Efek Kadar nikel dan tembaga*, (online), (<http://www.scribd.com/doc//Ni/Cu-toksik> , diakses 13 agustus 2016)
- MD'S Choice Inc, 2000. *Toksinitas konsumsi makanan*, (online), ([http://www.scribd.com/doc/42622049/karakteristik injeksi](http://www.scribd.com/doc/42622049/karakteristik-injeksi), diakses 13 agustus 2016)
- Prihatiningsih, Bakti. 2010. *Pengaruh Ampas kopi dalam berat Ni dan Cupada air limbah dengan sistem batch* (online), (<http://digilib.unmer.ac.id/gdl.php?mod=browse&op=read&id=jiptunmerpp-gdl-bektipriha-5481>, diakses 13 agustus 2016)
- Reynold, 1982. *Proses adsorpsi di dalam media penyerapan tinggi karena reaksi-reaksi yang membentuk reaksi kimia*. Surabaya: Universitas Negeri Sriwijaya.
- Rusdianasari. 2011. *Petunjuk Praktikum Kimia Analitik Instrument*. Palembang : Politeknik Negeri Sriwijaya

Seru,Ibnu.2011. *Sejarah Ciri Sifat dan Manfaat krom dan Besi*,(online). (<http://blogibnuseru.blogspot.com>),diunduh 27 Maret 2012.

SK-SNI 06-6989.4-2004, *Cara Uji Kadar Besi dengan metode Spektrofotometri Serapan Atom*. Badan Standarisasi Nasional

SK-SNI 06-6989.17-2004, *Cara Uji Kadar Nikel dan tembaga dengan metode Spektrofotometri Serapan Atom*. Badan Standarisasi Nasional

Widowati, 2008.*Efek Kadar Nikel*, (online), (<http://www.scribd.com/doc//Ni-toksik> , diakses13 agustus 2016)